Oliff & Berridge PLC
Atty Dkt No. 117549

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: ２００２年１２月２６日

出 願 番 号
Application Number: 特願２００２－３７８５０６

[ST. 10/C]: [ＪＰ２００２－３７８５０６]

出 願 人
Applicant(s): アイシン・エィ・ダブリュ株式会社

２００３年１０月 ２日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 今 井 康 夫

出証番号 出証特２００３－３０８１４３２

【書類名】　特許願
【整理番号】　N3668
【提出日】　平成14年12月26日
【あて先】　特許庁長官殿
【国際特許分類】　H02P　5/408
【発明者】
　【住所又は居所】　愛知県安城市藤井町高根１０番地　アイシン・エィ・ダブリュ株式会社内
　【氏名】　小林　靖彦
【発明者】
　【住所又は居所】　愛知県安城市藤井町高根１０番地　アイシン・エィ・ダブリュ株式会社内
　【氏名】　山口　康夫
【特許出願人】
　【識別番号】　000100768
　【氏名又は名称】　アイシン・エィ・ダブリュ株式会社
【代理人】
　【識別番号】　100096426
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　川合　誠
【選任した代理人】
　【識別番号】　100089635
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　清水　守
【選任した代理人】
　【識別番号】　100116207
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　青木　俊明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】　012184

【納付金額】　21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】　明細書　1

【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【包括委任状番号】　9302114

【包括委任状番号】　9306393

【包括委任状番号】　0011193

【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】　電動駆動制御装置、電動駆動制御方法及びそのプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項１】　電動機械と、電動機械トルクの目標値を表す電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出する指令値算出処理手段と、前記指令値に基づいて出力信号を算出する出力信号算出処理手段と、前記出力信号に基づいて電流を発生させ、該電流を電動機械に供給する電流発生装置と、前記電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記指令値に基づいて算出する電圧飽和変量算出処理手段と、前記電圧飽和変量に対応させて制御変量を補正する制御変量補正処理手段とを有するとともに、前記制御変量は電動機械の磁極位置であることを特徴とする電動駆動制御装置。

【請求項２】　電動機械と、電動機械トルクの目標値を表す電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出する指令値算出処理手段と、前記指令値に基づいて出力信号を算出する出力信号算出処理手段と、前記出力信号に基づいて電流を発生させ、該電流を電動機械に供給する電流発生装置と、前記電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記出力信号に基づいて算出する電圧飽和変量算出処理手段と、前記電圧飽和変量に対応させて制御変量を補正する制御変量補正処理手段とを有するとともに、前記制御変量は電動機械の磁極位置であることを特徴とする電動駆動制御装置。

【請求項３】　電動機械と、電動機械トルクの目標値を表す電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出する指令値算出処理手段と、前記指令値に基づいて出力信号を算出する出力信号算出処理手段と、前記出力信号に基づいて電流を発生させ、該電流を電動機械に供給する電流発生装置と、前記電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記指令値に基づいて算出する電圧飽和変量算出処理手段と、前記電圧飽和変量に対応させて制御変量を補正する制御変量補正処理手段とを有するとともに、前記制御変量は前記電動機械回転速度であることを特徴とする電動駆動制

御装置。

【請求項４】　電動機械と、電動機械トルクの目標値を表す電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出する指令値算出処理手段と、前記指令値に基づいて出力信号を算出する出力信号算出処理手段と、前記出力信号に基づいて電流を発生させ、該電流を電動機械に供給する電流発生装置と、前記電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記出力信号に基づいて算出する電圧飽和変量算出処理手段と、前記電圧飽和変量に対応させて制御変量を補正する制御変量補正処理手段とを有するとともに、前記制御変量は前記電動機械回転速度であることを特徴とする電動駆動制御装置。

【請求項５】　前記指令値は電流指令値及び電圧指令値である請求項１又は３に記載の電動駆動制御装置。

【請求項６】　前記電圧指令値は、非干渉項分の電圧指令値及び積分項分の電圧指令値から成る請求項５に記載の電動駆動制御装置。

【請求項７】　前記電圧飽和変量算出処理手段は、前記出力信号のオン時間に基づいて電圧飽和変量を算出する請求項２又は４に記載の電動駆動制御装置。

【請求項８】　前記電動機械回転速度を補正するのに伴って発生させられる電動機械目標トルクが限界の電動機械トルクより大きい場合、出力可能な電動機械トルクに対応する指令値が発生させられる請求項３又は４に記載の電動駆動制御装置。

【請求項９】　前記電動機械回転速度を補正するのに伴って、電動機械回転速度が限界の電動機械回転速度より高くなると、電圧制限楕円の中心の指令値が発生させられる請求項３又は４に記載の電動駆動制御装置。

【請求項１０】　電動機械トルクの目標値を表す電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出し、該指令値に基づいて出力信号を算出し、該出力信号に基づいて電流を発生させ、該電流を電動機械に供給し、前記電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記指令値に基づいて算出し、該電圧飽和変量に対応させて磁極位置を補正することを特徴とする電動駆動制御方法。

【請求項１１】　コンピュータを、電動機械トルクの目標値を表す電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出する指令値算出処理手段、前記指令値に基づいて出力信号を算出する出力信号算出処理手段、電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記指令値に基づいて算出する電圧飽和変量算出処理手段、並びに前記電圧飽和変量に対応させて磁極位置を補正する制御変量補正処理手段として機能させることを特徴とする電動駆動制御方法のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電動駆動制御装置、電動駆動制御方法及びそのプログラムに関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

従来、車両、例えば、電動車両としての電気自動車に搭載され、電動機械としての駆動モータのトルク、すなわち、駆動モータトルクを発生させるようにした電動駆動装置においては、前記駆動モータトルクを駆動輪に伝達して駆動力を発生させるようにしている。

【０００３】

また、電動車両としてのハイブリッド型車両に搭載され、エンジンのトルク、すなわち、エンジントルクの一部を第１の電動機械としての発電機（発電機モータ）に、残りを駆動輪に伝達するようにした電動駆動装置においては、サンギヤ、リングギヤ及びキャリヤを備えたプラネタリギヤユニットを有し、前記キャリヤとエンジンとを連結し、リングギヤと駆動輪とを連結し、サンギヤと発電機とを連結し、前記リングギヤ及び第２の電動機械としての駆動モータから出力された回転を駆動輪に伝達して駆動力を発生させるようにしている。

【０００４】

そして、発電機及び駆動モータには、回転自在に配設され、Ｎ極及びＳ極の永久磁石から成る磁極対を備えたロータ、該ロータより径方向外方に配設され、Ｕ

相、Ｖ相及びW相のステータコイルを備えたステータ等が配設される。

【０００５】

また、前記電気自動車には駆動モータ制御装置が、前記ハイブリッド型車両には発電機制御装置及び駆動モータ制御装置がそれぞれ電動機械制御装置として配設され、該電動機械制御装置において発生させられたＵ相、Ｖ相及びW相のパルス幅変調信号をインバータに送り、該インバータにおいて発生させられた相電流、すなわち、Ｕ相、Ｖ相及びW相の電流を前記各ステータコイルに供給することによって、前記駆動モータを駆動して駆動モータトルクを発生させたり、発電機を駆動して、発電機のトルク、すなわち、発電機トルクを発生させたりするようになっている。

【０００６】

ところで、例えば、前記駆動モータ制御装置においては、ロータにおける磁極対の方向にｄ軸を、該ｄ軸と直角の方向にｑ軸をそれぞれ採ったｄ－ｑ軸モデル上でベクトル制御演算によるフィードバック制御が行われるようになっている。そのために、前記駆動モータ制御装置は、各ステータコイルに供給される電流、ロータの磁極位置、インバータの入口の直流電圧等を検出し、検出された電流、すなわち、検出電流を磁極位置に基づいてｄ軸電流及びｑ軸電流に変換し、前記直流電圧等に基づいてｄ軸電流及びｑ軸電流の目標値を表すｄ軸電流指令値及びｑ軸電流指令値を算出し、ｄ軸電流とｄ軸電流指令値との偏差、及びｑ軸電流とｑ軸電流指令値との偏差が零（０）になるようにしている（例えば、特許文献１参照。）。

【０００７】

【特許文献１】

特開平５－１３０７１０号公報

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記従来の電動駆動装置においては、前記電流を検出する電流センサ、磁極位置を検出する磁極位置センサ、直流電圧を検出する電圧センサ等の各センサに検出誤差があったり、温度変化に伴って、駆動モータの逆起電圧定

数Ｍｉｆ、ステータコイルのインダクタンスＬｄ、Ｌｑ、ステータコイルの抵抗Ｒａ等の機器定数が変化したりすると、実現不可能な電流指令値を設定してしまう。

【０００９】

その結果、電圧飽和が発生し、駆動モータ目標トルクＴＭ* と実際に発生させられる駆動モータトルクＴＭとの間にずれが生じてしまい、走行に伴って運転者に違和感を感じさせたり、駆動モータの駆動が困難になったりしてしまう。

【００１０】

本発明は、前記従来の電動駆動装置の問題点を解決して、電圧飽和が発生するのを防止することができ、走行に伴って運転者に違和感を感じさせたり、電圧飽和が発生して駆動モータの駆動が困難になったりすることがない電動駆動制御装置、電動駆動制御方法及びそのプログラムを提供することを目的とする。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

そのために、本発明の電動駆動制御装置においては、電動機械と、電動機械トルクの目標値を表す電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出する指令値算出処理手段と、前記指令値に基づいて出力信号を算出する出力信号算出処理手段と、前記出力信号に基づいて電流を発生させ、該電流を電動機械に供給する電流発生装置と、前記電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記指令値に基づいて算出する電圧飽和変量算出処理手段と、前記電圧飽和変量に対応させて制御変量を補正する制御変量補正処理手段とを有する。

【００１２】

そして、前記制御変量は電動機械の磁極位置である。

【００１３】

本発明の他の電動駆動制御装置においては、電動機械と、電動機械トルクの目標値を表す電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出する指令値算出処理手段と、前記指令値に基づいて出力信号を算出する出力信号算出処理手段と、前記出力信号に基づいて電流を発生させ、該電流を電動機械に供

給する電流発生装置と、前記電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記出力信号に基づいて算出する電圧飽和変量算出処理手段と、前記電圧飽和変量に対応させて制御変量を補正する制御変量補正処理手段とを有する。

【００１４】

そして、前記制御変量は電動機械の磁極位置である。

【００１５】

本発明の更に他の電動駆動制御装置においては、電動機械と、電動機械トルクの目標値を表す電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出する指令値算出処理手段と、前記指令値に基づいて出力信号を算出する出力信号算出処理手段と、前記出力信号に基づいて電流を発生させ、該電流を電動機械に供給する電流発生装置と、前記電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記指令値に基づいて算出する電圧飽和変量算出処理手段と、前記電圧飽和変量に対応させて制御変量を補正する制御変量補正処理手段とを有する。

【００１６】

そして、前記制御変量は前記電動機械回転速度である。

【００１７】

本発明の更に他の電動駆動制御装置においては、電動機械と、電動機械トルクの目標値を表す電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出する指令値算出処理手段と、前記指令値に基づいて出力信号を算出する出力信号算出処理手段と、前記出力信号に基づいて電流を発生させ、該電流を電動機械に供給する電流発生装置と、前記電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記出力信号に基づいて算出する電圧飽和変量算出処理手段と、前記電圧飽和変量に対応させて制御変量を補正する制御変量補正処理手段とを有する。

【００１８】

そして、前記制御変量は前記電動機械回転速度である。

【００１９】

本発明の更に他の電動駆動制御装置においては、さらに、前記指令値は電流指令値及び電圧指令値である。

【００２０】

本発明の更に他の電動駆動制御装置においては、さらに、前記電圧指令値は、非干渉項分の電圧指令値及び積分項分の電圧指令値から成る。

【００２１】

本発明の更に他の電動駆動制御装置においては、さらに、前記電圧飽和変量算出処理手段は、前記出力信号のオン時間に基づいて電圧飽和変量を算出する。

【００２２】

本発明の更に他の電動駆動制御装置においては、さらに、前記電動機械回転速度を補正するのに伴って発生させられる電動機械目標トルクが限界の電動機械トルクより大きい場合、出力可能な電動機械トルクに対応する指令値が発生させられる。

【００２３】

本発明の更に他の電動駆動制御装置においては、さらに、前記電動機械回転速度を補正するのに伴って、電動機械回転速度が限界の電動機械回転速度より高くなると、電圧制限楕（だ）円の中心の指令値が発生させられる。

【００２４】

本発明の電動駆動制御方法においては、電動機械トルクの目標値を表す電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出し、該指令値に基づいて出力信号を算出し、該出力信号に基づいて電流を発生させ、該電流を電動機械に供給し、前記電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記指令値に基づいて算出し、該電圧飽和変量に対応させて磁極位置を補正する。

【００２５】

本発明の電動駆動制御方法のプログラムにおいては、コンピュータを、電動機械トルクの目標値を表す電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出する指令値算出処理手段、前記指令値に基づいて出力信号を算出する出力信号算出処理手段、電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対

応して変化する電圧飽和変量を前記指令値に基づいて算出する電圧飽和変量算出処理手段、並びに前記電圧飽和変量に対応させて磁極位置を補正する制御変量補正処理手段として機能させる。

【００２６】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【００２７】

この場合、車両、例えば、電動車両としての電気自動車について説明するが、本発明をハイブリッド型車両に適用することもできる。

【００２８】

図１は本発明の第１の実施の形態における電動駆動制御装置の機能ブロック図である。

【００２９】

図において、３１は電動機械としての駆動モータ、９１は該駆動モータ３１のトルクとしての駆動モータトルクＴＭの目標値を表す駆動モータ目標トルクＴＭ* 及び電動機械回転速度としての駆動モータ回転速度ＮＭに基づいて指令値を算出する指令値算出処理手段、６８は前記指令値に基づいて出力信号を算出する出力信号算出処理手段としてのＰＷＭ発生器、４０は前記出力信号に基づいて電流を発生させ、該電流を駆動モータ３１に供給する電流発生装置としてのインバータ、９２は前記駆動モータ３１の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記指令値に基づいて算出する電圧飽和変量算出処理手段、９３は前記電圧飽和変量に対応させて制御変量を補正する制御変量補正処理手段である。

【００３０】

次に、電気自動車に搭載された電動駆動制御装置について説明する。

【００３１】

図２は本発明の第１の実施の形態における電動駆動制御装置の概略図、図３は本発明の第１の実施の形態における電動駆動制御装置のブロック図、図４は本発明の第１の実施の形態における電圧飽和回避処理部のブロック図、図５は本発明

の第１の実施の形態における電動駆動制御装置の動作を示すメインフローチャート、図６は本発明の第１の実施の形態における位置検出処理のサブルーチンを示す図、図７は本発明の第１の実施の形態における駆動モータ制御処理手段のサブルーチンを示す図、図８は本発明の第１の実施の形態における電圧制限楕円を示す図、図９は本発明の第１の実施の形態における電動駆動制御装置の動作を示す図である。

【００３２】

図において、３１は電動機械としての駆動モータであり、該駆動モータ３１としてＤＣブラシレス駆動モータが使用され、例えば、駆動モータ３１は電動車両の駆動軸等に取り付けられる。前記駆動モータ３１は、回転自在に配設された図示されないロータ、及び該ロータより径方向外方に配設されたステータを備える。前記ロータは、ロータコア、及び該ロータコアの円周方向における複数箇所に配設された永久磁石を備え、該永久磁石のＳ極及びＮ極によって磁極対が構成される。また、前記ステータは、円周方向における複数箇所に、径方向内方に向けて突出させてティースが形成された図示されないステータコア、並びに前記ティースに巻装されたＵ相、Ｖ相及びＷ相のコイルとしてのステータコイル１１～１３を備える。

【００３３】

前記ロータの出力軸に、磁極位置θを検出するための磁極位置検出部としてパルス発生型の磁極位置センサ２１が配設され、該磁極位置センサ２１は、センサ出力として磁極位置信号ＳＧθを発生させ、電動機械制御装置としての駆動モータ制御装置４５に送る。

【００３４】

そして、前記駆動モータ３１を駆動して電動車両を走行させるために、バッテリ１４からの直流の電流が電流発生装置としてのインバータ４０によって相電流、すなわち、Ｕ相、Ｖ相及びＷ相の電流Ｉｕ、Ｉｖ、Ｉｗに変換され、各相の電流Ｉｕ、Ｉｖ、Ｉｗはそれぞれ各ステータコイル１１～１３に供給される。

【００３５】

そのために、前記インバータ４０は、６個のスイッチング素子としてのトラン

ジスタＴｒ１～Ｔｒ６を備え、各トランジスタＴｒ１～Ｔｒ６を選択的にオン・オフさせることによって、前記各相の電流Ｉｕ、Ｉｖ、Ｉｗを発生させることができるようになっている。

【００３６】

本実施の形態においては、電流発生装置としてインバータ４０を使用するようになっているが、該インバータ４０として、２～６個のスイッチング素子を一つのパッケージに組み込むことによって形成されたＩＧＢＴ等のパワーモジュールを使用したり、ＩＧＢＴにドライブ回路等を組み込むことによって形成されたＩＰＭを使用したりすることができる。

【００３７】

前記バッテリ１４からインバータ４０に電流を供給する際の入口側に電圧検出部としての電圧センサ１５が配設され、該電圧センサ１５は、インバータ４０の入口側の直流電圧Ｖｄｃを検出し、駆動モータ制御装置４５に送る。なお、直流電圧Ｖｄｃとしてバッテリ電圧を使用することもでき、その場合、前記バッテリ１４に電圧検出部としてバッテリ電圧センサが配設される。

【００３８】

なお、前記駆動モータ３１、インバータ４０、図示されない駆動輪等によって電動駆動装置が構成される。また、１７はコンデンサである。

【００３９】

ところで、前記ステータコイルはスター結線されているので、各相のうちの二つの相の電流の値が決まると、残りの一つの相の電流の値も決まる。したがって、各相の電流Ｉｕ、Ｉｖ、Ｉｗを制御するために、例えば、Ｕ相及びＶ相のステータコイルのリード線にＵ相及びＶ相の電流Ｉｕ、Ｉｖを検出電流ｉｕ、ｉｖとして検出する電流検出部としての電流センサ３３、３４が配設され、該電流センサ３３、３４は、検出電流ｉｕ、ｉｖを駆動モータ制御装置４５に送る。

【００４０】

前記駆動モータ制御装置４５には、コンピュータとして機能する図示されないＣＰＵのほかに、データを記録したり、各種のプログラムを記録したりするためのＲＡＭ、ＲＯＭ等の図示されない記録装置が配設され、前記ＲＯＭに電流指令

値マップが設定される。

【００４１】

そして、前記ＲＯＭには、各種のプログラム、データ等が記録されるようになっているが、プログラム、データ等を同じ外部の記録媒体に記録することもできる。その場合、例えば、前記駆動モータ制御装置４５にフラッシュメモリを配設し、前記外部の記録媒体から前記プログラム、データ等を読み出してフラッシュメモリに記録する。したがって、外部の記録媒体を交換することによって、前記プログラム、データ等を更新することができる。

【００４２】

また、２２はアクセル操作部としてのアクセルペダル２３に隣接させて配設されたアクセルセンサであり、該アクセルセンサ２２によってアクセルペダル２３の操作量（踏込量）を表すアクセル開度αが検出される。

【００４３】

次に、前記駆動モータ制御装置４５の動作について説明する。

【００４４】

まず、前記駆動モータ制御装置４５の図示されない位置検出処理手段は、位置検出処理を行い、前記磁極位置センサ２１から送られた磁極位置信号ＳＧθを読み込み、該磁極位置信号ＳＧθに基づいて磁極位置θを検出する。そのために、前記位置検出処理手段の図示されない回転速度算出処理手段は、回転速度算出処理を行い、前記磁極位置信号ＳＧθに発生させられたパルス間の平均速度を駆動モータ３１の電気角速度ωとして算出し、前記位置検出処理手段の図示されない磁極位置算出処理手段は、磁極位置算出処理を行い、前記電気角速度ωに従って磁極位置θを算出する。なお、前記回転速度算出処理手段は、前記電気角速度ωに基づいて駆動モータ回転速度ＮＭ

$$NM = 60 \cdot \omega / 2\pi$$

も算出する。なお、駆動モータ回転速度ＮＭによって電動機械回転速度が構成される。

【００４５】

続いて、前記位置検出処理手段の図示されない磁極位置補正処理手段は、磁極

位置補正処理を行い、駆動モータ３１の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量λを読み込み、該電圧飽和変量λに基づいて磁極位置θを補正する。

【００４６】

次に、前記駆動モータ制御装置４５の図示されない駆動モータ制御処理手段は、駆動モータ制御処理を行い、検出電流ｉｕ、ｉｖ、ｉｗ、磁極位置θ、直流電圧Ｖｄｃ等に基づいて駆動モータ３１を駆動する。

【００４７】

そのために、前記駆動モータ制御処理手段の図示されない電流指令値算出処理手段としてのトルク指令・電流指令変換部は、電流指令値算出処理を行い、ｄ軸電流ｉｄ及びｑ軸電流ｉｑの目標値を表すｄ軸電流指令値ｉｄ*及びｑ軸電流指令値ｉｑ*を算出する。そのために、駆動モータ制御装置４５の図示されない車速検出処理手段は、車速検出処理を行い、前記駆動モータ回転速度ＮＭに対応する車速Ｖを検出し、検出された車速Ｖを、電気自動車の全体の制御を行う図示されない車両制御装置に送る。そして、該車両制御装置の図示されない車両用指令値算出処理手段は、車両用指令値算出処理を行い、前記車速Ｖ及びアクセル開度αを読み込み、車速Ｖ及びアクセル開度αに基づいて車両要求トルクＴＯ*を算出し、該車両要求トルクＴＯ*に対応させて駆動モータトルクＴＭの目標値を表す駆動モータ目標トルク（トルク指令値）ＴＭ*を発生させ、前記駆動モータ制御装置４５に送る。

【００４８】

ところで、前記駆動モータ制御装置４５においては、ロータにおける磁極対の方向にｄ軸を、該ｄ軸と直角の方向にｑ軸をそれぞれ採ったｄ－ｑ軸モデル上でベクトル制御演算によるフィードバック制御が行われるようになっている。なお、駆動モータトルクＴＭによって電動機械トルクが、駆動モータ目標トルクＴＭ*によって電動機械目標トルクが構成される。

【００４９】

そこで、前記トルク指令・電流指令変換部は、前記直流電圧Ｖｄｃ、電気角速度ω及び駆動モータ目標トルクＴＭ*を読み込み、前記電流指令値マップを参照

して、前記駆動モータ目標トルクＴＭ* に対応するｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ* を電流指令値として算出する。また、電流指令値算出処理手段によって第１の指令値算出処理手段が構成され、電流指令値算出処理によって第１の指令値算出処理が構成され、ｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ* によって第１の指令値が構成される。

【００５０】

次に、前記駆動モータ制御処理手段の図示されない検出電流取得処理手段は、検出電流取得処理を行い、前記検出電流ｉｕ、ｉｖを読み込んで取得するとともに、検出電流取得処理手段の演算器３５は、前記検出電流ｉｕ、ｉｖに基づいて検出電流ｉｗ

ｉｗ＝－ｉｕ－ｉｖ

を算出することによって取得する。

【００５１】

続いて、前記駆動モータ制御処理手段の第１の変換処理手段としての三相二相変換部６１は、第１の変換処理としての三相／二相変換を行い、前記磁極位置補正処理によって補正された後の磁極位置Θを読み込み、検出電流ｉｕ、ｉｖ、ｉｗをそれぞれｄ軸電流ｉｄ及びｑ軸電流ｉｑに変換する。

【００５２】

このようにして、ｄ軸電流ｉｄ及びｑ軸電流ｉｑが実電流として算出され、ｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ* が算出されると、前記ｄ軸電流及びｑ軸電流、並びにｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ* に基づいてフィードバック制御が行われる。

【００５３】

ところで、例えば、運転者がアクセルペダル２３を踏み込んで車両を急発進させようとした場合には、ｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ* が急激に変動することがあるが、前記検出電流ｉｕ、ｉｖ、ｉｗのサンプリング周期が長いと、フィードバック制御を行うに当たりゲインを大きくすることができない。そこで、検出電流ｉｕ、ｉｖ、ｉｗがサンプリングされた後のｄ軸電流ｉｄ及びｑ軸電流ｉｑ、本実施の形態においては、一つのサンプリングタイミングだけ

後のｄ軸電流ｉｄ及びｑ軸電流ｉｑを予測し、予測されたｄ軸電流ｉｄｐ及びｑ軸電流ｉｑｐ、並びにｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ* に基づいて比例積分制御を行い、実質的にサンプリング周期を短くするようにしている。

【００５４】

また、ｄ軸電流ｉｄ及びｑ軸電流ｉｑを予測するに当たり、例えば、各ステータコイルに供給される電流Ｉｕ、Ｉｖ、Ｉｗが変化して各ステータコイルのインダクタンスＬａが変化すると、それに伴って、予測されたｄ軸電流ｉｄｐ及びｑ軸電流ｉｑｐに予測電流誤差が発生することがあり、その場合、フィードバック制御によってｄ軸電流偏差Δｉｄ及びｑ軸電流偏差Δｉｑを零に近づけるのが困難になり、ｄ軸電流ｉｄ及びｑ軸電流ｉｑとｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ* との間に定常偏差が発生してしまう。

【００５５】

そこで、本実施の形態においては、予測されたｄ軸電流ｉｄｐ及びｑ軸電流ｉｑｐに基づいて比例制御を行い、実際のｄ軸電流ｉｄ及びｑ軸電流ｉｑに基づいて積分制御を行うようにしている。

【００５６】

そのために、ｄ軸電流ｉｄは、一方で、駆動モータ制御処理手段の図示されない電流予測処理手段としての電流予測部７１に送られ、該電流予測部７１において電流予測処理が行われ、所定の数、本実施の形態においては、一つのサンプリングタイミングだけ後のｄ軸電流ｉｄが算出されて予測され、予測されたｄ軸電流ｉｄｐが予測電流として、前記駆動モータ制御処理手段の図示されない予測偏差算出処理手段としての減算器８１に送られる。また、前記ｄ軸電流ｉｄは、他方で、そのまま、実電流として、前記駆動モータ制御処理手段の図示されない実偏差算出処理手段としての減算器８２に送られる。

【００５７】

前記電流予測部７１は、乗算器（Ｒａ）ｄ１、減算器ｄ２、乗算器（Ｔ／Ｌｄ）ｄ３及び加算器ｄ４を備え、現在のサンプリングタイミングをｎ－１とし、一つ後のサンプリングタイミングをｎし、現在のｄ軸電流ｉｄをｉｄ（ｎ－１）とし、サンプリング周期をＴとし、ステータコイルのｄ軸上のインダクタンスをＬ

ｄとし、ステータコイルの抵抗をＲａとし、現在の電圧降下Ｖｚｄの値をＶｚｄ（ｎ－１）としたとき、予測されたｄ軸電流ｉｄｐの値ｉｄ（ｎ）は、

ｉｄ（ｎ）＝ｉｄ（ｎ－１）＋（Ｔ／Ｌｄ）｛Ｖｚｄ（ｎ－１）

－Ｒａ・ｉｄ（ｎ－１）｝

になる。

【００５８】

そして、前記減算器８１は、予測偏差算出処理を行い、ｄ軸電流ｉｄｐと前記ｄ軸電流指令値ｉｄ*との予測偏差としてのｄ軸電流偏差Δｉｄｐを算出し、前記減算器８２は、実偏差算出処理を行い、ｄ軸電流ｉｄと前記ｄ軸電流指令値ｉｄ*との実偏差としてのｄ軸電流偏差Δｉｄを算出し、ｄ軸電流偏差Δｉｄｐ、Δｉｄを、前記駆動モータ制御処理手段の図示されない電圧指令値算出処理手段としての電圧指令値算出部７８に送る。

【００５９】

同様に、ｑ軸電流ｉｑは、一方で、前記電流予測処理手段としての電流予測部７２に送られ、該電流予測部７２において電流予測処理が行われ、所定の数、本実施の形態においては、一つのサンプリングタイミングだけ後のｑ軸電流ｉｑが算出されて予測され、予測されたｑ軸電流ｉｑｐが予測電流として、前記駆動モータ制御処理手段の図示されない予測偏差算出処理手段としての減算器８６に送られる。また、前記ｑ軸電流ｉｑは、他方で、そのまま、実電流として、前記駆動モータ制御処理手段の図示されない実偏差算出処理手段としての減算器８７に送られる。

【００６０】

前記電流予測部７２は、乗算器（Ｒａ）ｑ１、減算器ｑ２、乗算器（Ｔ／Ｌｑ）ｑ３及び加算器ｑ４を備え、現在のサンプリングタイミングをｎ－１とし、一つ後のサンプリングタイミングをｎし、現在のｑ軸電流ｉｑをｉｑ（ｎ－１）とし、ステータコイルのｑ軸上のインダクタンスをＬｑとし、ステータコイルの抵抗をＲａとし、現在の電圧降下Ｖｚｑの値をＶｚｑ（ｎ－１）としたとき、予測されたｑ軸電流ｉｑｐの値ｉｑ（ｎ）は、

ｉｑ（ｎ）＝ｉｑ（ｎ－１）＋（Ｔ／Ｌｑ）｛Ｖｚｑ（ｎ－１）

－Ｒａ・ｉｑ（ｎ－１）｝

になる。

【００６１】

そして、前記減算器８６は、予測偏差算出処理を行い、ｑ軸電流ｉｑｐと前記ｑ軸電流指令値ｉｑ*との予測偏差としてのｑ軸電流偏差Δｉｑｐを算出し、前記減算器８７は、実偏差算出処理を行い、ｑ軸電流ｉｑと前記ｑ軸電流指令値ｉｑ*との実偏差としてのｑ軸電流偏差Δｉｑを算出し、ｑ軸電流偏差Δｉｑｐ、Δｉｑを、前記駆動モータ制御処理手段の図示されない電圧指令値算出処理手段としての電圧指令値算出部７９に送る。

【００６２】

続いて、前記駆動モータ制御処理手段の図示されない比例積分演算処理手段としての電圧指令値算出部７８、７９は、比例積分（ＰＩ）演算処理を行、前記電圧指令値算出部７８は、電圧指令値算出処理を行い、前記ｄ軸電流偏差Δｉｄｐ、Δｉｄが零になるように電圧指令値としてのｄ軸電圧指令値ｖｄ*を算出し、前記電圧指令値算出部７９は、電圧指令値算出処理を行い、ｑ軸電流偏差Δｉｑｐ、Δｉｑが零になるように電圧指令値としてのｑ軸電圧指令値ｖｑ*を算出する。

【００６３】

そのために、電圧指令値算出部７８は、比例演算処理手段としての比例演算部８３、積分演算処理手段としての積分演算部８４、電圧降下算出処理手段としての加算器８５、及び電圧算出処理手段としての減算器７４を備える。そして、前記比例演算部８３において、リミッタｄ１１及びゲイン乗算器（Ｇｐｄ）ｄ１２によって比例演算処理が行われ、ｄ軸電流偏差Δｉｄｐ及び比例演算用のゲインＧｐｄに基づいて比例項分の電圧指令値を表す電圧降下Ｖｚｄｐ

Ｖｚｄｐ＝Ｇｐｄ・Δｉｄｐ

が比例演算値として算出され、前記積分演算部８４において、積分器（１／ｓ）ｄ１３、リミッタｄ１４及びゲイン乗算器（Ｇｉｄ）ｄ１５によって積分演算処理が行われ、ｄ軸電流偏差Δｉｄ及び積分演算用のゲインＧｉｄに基づいて積分項分の電圧指令値を表す電圧降下Ｖｚｄｉ

$$Vzdi = Gid \cdot \Sigma \Delta id$$

が積分演算値として算出され、前記加算器８５において電圧降下算出処理が行われ、電圧降下Ｖｚｄｐ、Ｖｚｄｉが加算されて、電圧降下Ｖｚｄ

$$Vzd = Vzdp + Vzdi$$
$$= Gpd \cdot \Delta idp + Gid \cdot \Sigma \Delta id$$

が算出される。なお、前記リミッタｄ１１はｄ軸電流偏差Δｉｄｐが、前記リミッタｄ１４は積分値ΣΔｉｄが発散しないように制限する。

【００６４】

また、前記駆動モータ制御処理手段の図示されない誘起電圧算出処理手段は、誘起電圧算出処理を行い、電気角速度ω及びｑ軸電流ｉｑｐを読み込み、乗算器（Ｌｑ）ｑ１６及び乗算器（ω）ｑ１７によって、前記電気角速度ω、ｑ軸電流ｉｑｐ及びｑ軸上のインダクタンスＬｑに基づいて、ｑ軸電流ｉｑによって誘起される誘起電圧ｅｄ

$$ed = \omega \cdot Lq \cdot iq$$

を算出する。

【００６５】

続いて、前記減算器７４は、加算器８５から送られた電圧降下Ｖｚｄから誘起電圧ｅｄを減算し、出力電圧としてのｄ軸電圧指令値ｖｄ*

$$vd^* = Vzd - ed$$
$$= Vzd - \omega \cdot Lq \cdot iq$$

を算出する。このようにして、ｄ軸電流偏差Δｉｄｐ、Δｉｄが零になるように、ｄ軸電圧指令値ｖｄ*が発生させられ、該ｄ軸電圧指令値ｖｄ*が、リミッタｄ１９を介して前記駆動モータ制御装置４５の第２の変換処理手段としての二相三相変換部６７に送られる。なお、前記リミッタｄ１９は、ｄ軸電圧指令値ｖｄ*が発散しないように制限される。

【００６６】

一方、前記電圧指令値算出部７９は、比例演算処理手段としての比例演算部８８、積分演算処理手段としての積分演算部８９、電圧降下算出処理手段としての加算器９０、及び電圧算出処理手段としての加算器７６を備える。そして、前記

比例演算部８８において、リミッタｑ１１及びゲイン乗算器（Ｇｐｑ）ｑ１２によって比例演算処理が行われ、ｑ軸電流偏差Δｉｑｐ及び比例演算用のゲインＧｐｑに基づいて比例項分の電圧指令値を表す電圧降下Ｖｚｑｐ

$$Vzqp = Gpq \cdot \Delta iqp$$

が比例演算値として算出され、前記積分演算部８９において、積分器（１／ｓ）ｑ１３、リミッタｑ１４及びゲイン乗算器（Ｇｉｑ）ｑ１５によって積分演算処理が行われ、ｑ軸電流偏差Δｉｑ及び積分演算用のゲインＧｉｑに基づいて積分項分の電圧指令値を表す電圧降下Ｖｚｑｉ

$$Vzqi = Giq \cdot \Sigma \Delta iq$$

が積分演算値として算出され、前記加算器９０において電圧降下算出処理が行われ、電圧降下Ｖｚｑｐ、Ｖｚｑｉが加算されて、電圧降下Ｖｚｑ

$$Vzq = Vzqp + Vzqi$$
$$= Gpq \cdot \Delta iqp + Giq \cdot \Sigma \Delta iq$$

が算出される。なお、前記リミッタｑ１１はｑ軸電流偏差Δｉｄｑが、前記リミッタｑ１４は積分値ΣΔｉｑが発散しないように制限される。

【００６７】

また、前記駆動モータ制御処理手段の図示されない誘起電圧算出処理手段は、誘起電圧算出処理を行い、電気角速度ω及びｄ軸電流ｉｄを読み込み、乗算器（Ｌｄ）ｄ１６、加算器ｄ１７及び乗算器（ω）ｄ１８によって、前記電気角速度ω、逆起電圧定数ＭＩｆ、ｄ軸電流ｉｄｐ及びｄ軸上のインダクタンスＬｄに基づいて、ｄ軸電流ｉｄによって誘起される誘起電圧ｅｑ

$$eq = \omega (MIf + Ld \cdot id)$$

を算出する。

【００６８】

続いて、前記加算器７６は、加算器９０から送られた電圧降下Ｖｚｑに誘起電圧ｅｑを加算し、出力電圧としてのｑ軸電圧指令値vq^*

$$vq^* = Vzq + eq$$
$$= Vzq + \omega (MIf + Ld \cdot id)$$

を算出する。このようにして、ｑ軸電流偏差Δｉｑｐ、Δｉｑが零になるように

、ｑ軸電圧指令値ｖｑ* が発生させられ、該ｑ軸電圧指令値ｖｑ* がリミッタｑ１９を介して前記二相三相変換部６７に送られる。なお、前記リミッタｑ１９は、ｑ軸電圧指令値ｖｑ* が発散しないように制限される。

【００６９】

前記電圧指令値算出処理手段によって第２の指令値算出処理手段が構成され、電圧指令値算出処理によって第２の指令値算出処理が構成され、ｄ軸電圧指令値ｖｄ* 及びｑ軸電圧指令値ｖｑ* が構成される。また、第１、第２の指令値算出処理手段によって指令値算出処理手段９１が構成される。

【００７０】

続いて、該二相三相変換部６７は、前記ｄ軸電圧指令値ｖｄ* 、ｑ軸電圧指令値ｖｑ* 及び磁極位置Θを読み込み、第２の変換処理としての二相／三相変換を行い、ｄ軸電圧指令値ｖｄ* 及びｑ軸電圧指令値ｖｑ* をＵ相、Ｖ相及びW相の電圧指令値Ｖｕ* 、Ｖｖ* 、Ｖｗ* に変換し、該電圧指令値Ｖｕ* 、Ｖｖ* 、Ｖｗ* を、駆動モータ制御装置４５の出力信号算出処理手段としてのＰＷＭ発生器６８に送る。

【００７１】

該ＰＷＭ発生器６８は、出力信号算出処理を行い、前記各相の電圧指令値Ｖｕ* 、Ｖｖ* 、Ｖｗ* 及び前記直流電圧Ｖｄｃに基づいて、前記ｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ* に対応するパルス幅を有する各相のパルス幅変調信号Ｍｕ、Ｍｖ、Ｍｗを出力信号として発生させ、駆動モータ制御装置４５外に配設されたドライブ回路５１に送る。

【００７２】

該ドライブ回路５１は、前記各相のパルス幅変調信号Ｍｕ、Ｍｖ、Ｍｗを受けて６個のゲート信号を発生させ、該ゲート信号をインバータ４０に送る。該インバータ４０は、前記パルス幅変調信号Ｍｕ、Ｍｖ、Ｍｗに基づいて、トランジスタＴｒ１～Ｔｒ６をスイッチングして各相の電流Ｉｕ、Ｉｖ、Ｉｗを発生させ、該各相の電流Ｉｕ、Ｉｖ、Ｉｗを前記駆動モータ３１の各ステータコイルに供給する。

【００７３】

このように、駆動モータ目標トルクＴＭ* に基づいてトルク制御が行われ、駆動モータ３１が駆動されて電動車両が走行させられる。

【００７４】

ところで、駆動モータ３１において、各ステータコイルに各相の電流Ｉｕ、Ｉｖ、Ｉｗを所定の振幅及び位相で供給する場合、抵抗Ｒａ、インダクタンスＬｄ、Ｌｑ、逆起電圧等を考慮してインバータ４０のトランジスタＴｒ１～Ｔｒ６をスイッチングし、各ステータコイルに所定の電圧Ｖｕ、Ｖｖ、Ｖｗを印加する必要がある。ところが、電気角速度ωが大きくなり、駆動モータ回転速度ＮＭが高くなるのに伴って、逆起電圧が高くなると、あるバッテリ電圧ＶＢ（又は直流電圧Ｖｄｃ）では、前記各ステータコイルに前記所定の電圧Ｖｕ、Ｖｖ、Ｖｗを印加することができなくなり、駆動モータ３１が、図８に示されるｄ軸及びｑ軸から成る回転座標系において、電圧制限楕円で表される出力限界に達してしまう。そして、駆動モータ３１が出力限界に達すると、前記比例積分処理手段による比例積分処理が発散してしまう。

【００７５】

ここで、前記パルス幅変調信号Ｍｕ、Ｍｖ、Ｍｗが、パルス幅で表されるオン時間が最大になるフルオン状態になるときの指令電圧をＶｌｉｍとしたとき、

$$Vlim^2 = \sqrt{(vdlim^2 + vqlim^2)} \quad \cdots\cdots (1)$$

になる。そして、定常状態におけるｄ軸電圧指令値ｖｄｌｉｍ及びｑ軸電圧指令値ｖｑｌｉｍは、

$$vdlim = Ra \cdot idlim - \omega \cdot Lq \cdot iqlim \quad \cdots\cdots (2)$$

$$vqlim = Ra \cdot iqlim + \omega (MIf + Ld \cdot idlim) \quad \cdots\cdots (3)$$

になる。

【００７６】

したがって、前記電圧制限楕円は、前記式（１）に式（２）、（３）を代入して抵抗Ｒａが小さいと仮定すると次の式（４）で表すことができ、電圧制限楕円の中心の座標はＯ（－ＭＩｆ／Ｌｄ，０）となり、長径ｒ１は、

$$r1 = Vlim / (\omega \cdot Ld)$$

となり、

短径ｒ２は、

ｒ２＝Ｖｌｉｍ／（ω・Ｌｑ）

になる。

【００７７】

【数１】

$$\frac{(Idlim+MIf/Ld)^2}{(Vlim/\omega\cdot Ld)^2}+\frac{Iqlim^2}{(Vlim/\omega\cdot Lq)^2}=1 \qquad \cdots\cdots(4)$$

【００７８】

ところで、前述されたように、駆動モータ３１の出力限界は前記電圧制限楕円で表されるので、前記電圧制限楕円より外のｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ* を採ることができない。そして、前記電圧制限楕円の中心で表されるｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ*

ｉｄ* ＝ＭＩｆ／Ｌｄ

ｉｑ* ＝０

が、電圧飽和に対して最も安全な値になり、前記電圧制限楕円に近い点で表されるｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ* ほど電圧飽和によって制御の発散が発生しやすい。したがって、電圧飽和変量λを、指令電圧Ｖｏｍの大きさ、又は前記パルス幅変調信号Ｍｕ、Ｍｖ、Ｍｗのオン時間によって表すことができる。

【００７９】

ところで、前記電流センサ３３、３４、磁極位置センサ２１、電圧センサ１５等の各センサに検出誤差があったり、温度変化に伴って、逆起電圧定数ＭＩｆ、インダクタンスＬｄ、Ｌｑ、抵抗Ｒａ等の機器定数が変化したりしたときに、実現不可能なｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ* が設定されると、電圧飽和が発生し、駆動モータ目標トルクＴＭ* と実際に発生させられる駆動モータトルクＴＭとの間にずれが生じて、走行に伴って運転者に違和感を感じさせたり、駆動モータ３１の駆動が困難になったりしてしまう。

【００８０】

例えば、ｄ軸及びｑ軸から成る回転座標系においては、図９に示されるように、電流指令値をベクトル長さＥ及び電流位相βから成るベクトルＢで表すことができ、ｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ* は、

ｉｄ* ＝－Ｂ・ｓｉｎβ

ｉｑ* ＝Ｂ・ｃｏｓβ

になる。この場合、前記磁極位置センサ２１によって検出された磁極位置θに誤差θｅが生じると、ｄ’軸及びｑ’軸から成る回転座標系が形成され、ステータコイルが電流位相β－θｅで通電され、誤差θｅだけ回転させられたベクトルＢｍで表される電流指令値が発生させられてしまう。その結果、ベクトルＢｍが電圧制限楕円の外に出てしまい、電圧飽和を発生させてしまう。

【００８１】

そこで、電圧飽和が発生するのを防止するために、駆動モータ制御装置４５に電圧飽和回避処理部２５、及び加算器９５が配設される。そして、前記電圧飽和回避処理部２５は、電圧飽和変量算出処理手段９２としての電圧飽和変量算出部４３、及び磁極位置補正量算出処理手段としての磁極位置補正量算出部４４を備え、前記電圧飽和変量算出部４３は、電圧飽和変量算出処理を行い、ノイズの影響を受けない変量、本実施の形態においては、ｄ軸電流指令値ｉｄ* 、ｑ軸電流指令値ｉｑ* 及び電圧降下Ｖｚｄｉ、Ｖｚｑｉに基づいて電圧飽和変量λを算出し、前記磁極位置補正量算出部４４は、磁極位置補正量算出処理を行い、前記電圧飽和変量λに基づいて比例積分演算を行い、磁極位置θを補正するための磁極位置補正量ｄθを算出する。また、前記加算器９５は、磁極位置θに磁極位置補正量ｄθを加算することによって磁極位置θを補正し、補正された磁極位置Θを算出する。

【００８２】

そのために、電圧飽和変量算出部４３において、乗算器（Ｌｑ）ｑ２１、乗算器（ω）ｑ２２によって、ｑ軸電流指令値ｉｑ* に基づいて、非干渉項分の電圧指令値ω・Ｌｑ・ｉｑ* が算出され、加算器ｑ２３によって、前記非干渉項分の電圧指令値ω・Ｌｑ・ｉｑ* と積分項分の電圧指令値を表す電圧降下Ｖｚｄｉと

が加算されてｄ軸電圧指令値ｖｄｆ*が算出される。また、乗算器（Ｌｄ）ｄ２１、加算器ｄ２２、乗算器（ω）ｄ２３によって、ｄ軸電流指令値ｉｄ*に基づいて、非干渉項分の電圧指令値ω（ＭＩｆ＋Ｌｄ・ｉｄ*）が算出され、加算器ｄ２４によって、前記非干渉項分の電圧指令値ω（ＭＩｆ＋Ｌｄ・ｉｄ*）と積分項分の電圧指令値を表す電圧降下Ｖｚｑｉとが加算されてｑ軸電圧指令値ｖｑｆ*が算出される。

【００８３】

なお、ｄ軸電流指令値ｉｄ*及びｑ軸電流指令値ｉｑ*は、電気角速度ωに基づいて算出されるが、電気角速度ωは算出処理上、磁極位置θの誤差を含まないので、本来ノイズの影響を受けない。また、電圧降下Ｖｚｄｉ、Ｖｚｑｉは、積分演算部８４、８９による積分演算処理が行われて算出されたものであるので、ノイズの影響を無視することができる。したがって、ｄ軸電圧指令値ｖｄｆ*及びｑ軸電圧指令値ｖｑｆ*はノイズの影響を受けない。また、ｄ軸電流指令値ｉｄ*及びｑ軸電流指令値ｉｑ*に基づいてｄ軸電圧指令値ｖｄｆ*及びｑ軸電圧指令値ｖｑｆ*を算出するようになっているので電圧飽和が発生するのを早く検出することができる。

【００８４】

なお、比例項分の電圧指令値を表す電圧降下Ｖｚｄｐ、Ｖｚｑｐは、定常状態においてほぼ零であるので、ｄ軸電圧指令値ｖｄｆ*及びｑ軸電圧指令値ｖｑｆ*を算出する上で無視される。

【００８５】

続いて、乗算器ｄ２４（ｘ）によって前記ｄ軸電圧指令値ｖｄｆ*が、乗算器ｑ２５によって前記ｑ軸電圧指令値ｖｑｆ*が二乗され、加算器ｆ１によって値ｖｄｆ^{*2}と値ｖｑｆ^{*2}とが加算されて指令電圧Ｖｏｍ

$$Vom=\sqrt{(vdf^{*2}+vqf^{*2})}$$

が算出される。そして、駆動モータ制御装置４５の図示されない許容電圧算出処理手段は、許容電圧算出処理を行い、直流電圧Ｖｄｃを読み込み、該直流電圧Ｖｄｃに基づいて電圧飽和が発生しない許容電圧を算出する。前記電圧飽和変量算出部４３は、許容電圧を読み込み、該許容電圧を前記指令電圧Ｖｏｍの目標値を

表す指令電圧制限値Ｖｏｍ*

$$Vom^{*}=\sqrt{((2/3)Vdc)}$$

として設定し、減算器ｆ２によって、指令電圧Ｖｏｍと指令電圧制限値Ｖｏｍ*との偏差ΔＶｏｍ

$$\Delta Vom=Vom-Vom^{*}$$

を算出する。また、電圧飽和変量算出部４３は、電圧飽和変量λ

$$\lambda=\Delta Vom$$

を算出する。なお、指令電圧制限値Ｖｏｍ* を理論値としているが、実際には、実験によって求められ、電流制御が安定する指令電圧Ｖｏｍの上限値を使用するのが好ましい。

【００８６】

このようにして、電圧飽和変量λが算出されると、磁極位置補正量算出部４４において、前記偏差ΔＶｏｍに基づいて、ゲイン乗算器（Ｇｐ）ｈ１によって比例成分Ｇｐ・ΔＶｏｍが算出され、リミッタｈ２によって比例成分Ｇｐ・ΔＶｏｍが制限され、零以下の値を採ると零にされる。また、積分器（１／ｓ）ｈ３によって偏差ΔＶｏｍが積分され、積分値ΣΔＶｏｍが算出され、ゲイン乗算器（Ｇｉ）ｈ４によって積分成分Ｇｉ・ΣΔＶｏｍが算出され、リミッタｈ５によって積分成分Ｇｉ・ΣΔＶｏｍが制限され、零以下の値を採るとクリアされる。

【００８７】

続いて、加算器ｈ６によって比例成分Ｇｐ・ΔＶｏｍと積分成分Ｇｉ・ΣΔＶｏｍとが加算され、磁極位置補正量ｄθ

$$d\theta=Gp\cdot\Delta Vom+Gi\cdot\Sigma\Delta Vom$$

が算出される。

【００８８】

このようにして、磁極位置補正量ｄθが算出されると、該磁極位置補正量ｄθは、磁極位置θを正方向及び逆方向のうちのいずれの方向に補正するかを決定するために、回転方向決定処理手段としての回転方向決定部９８に送られる。該回転方向決定部９８は、駆動モータ３１が駆動モータトルクＴＭを発生させる力行状態にあるか、外部からトルクを受ける回生状態にあるかを判断し、駆動モータ

３１が力行状態にある場合、磁極位置θが逆方向に補正されるように磁極位置補正量ｄθを決定し、駆動モータ３１が回生状態にある場合、磁極位置θが正方向に補正されるように磁極位置補正量ｄθを決定する。

【００８９】

続いて、前記加算器９５は、磁極位置θに磁極位置補正量ｄθを加算し、磁極位置θを補正して磁極位置Θを算出する。なお、前記磁極位置補正量算出部４４及び加算器９５によって磁極位置補正処理手段が構成される。また、該磁極位置補正処理手段によって制御変量補正処理手段が構成され、磁極位置補正処理によって制御変量補正処理９３が構成され、磁極位置θによって制御変量が構成される。

【００９０】

このように、電圧飽和変量λが算出され、偏差ΔＶｏｍに対応させて磁極位置θが電圧飽和に対して安全側に補正されるので、磁極位置センサ２１として磁極位置θに発生する誤差θｅが大きいセンサを使用しても、電圧飽和が発生するのを防止することができる。したがって、電気自動車の走行に伴って運転者に違和感を感じさせたり、電圧飽和が発生して駆動モータ３１の駆動が困難になったりすることがない。

【００９１】

また、非干渉項分の電圧指令値ω・Ｌｑ・ｉｑ*、ω（ＭＩｆ＋Ｌｄ・ｉｄ*）、及び積分項分の電圧指令値を表す電圧降下Ｖｚｄｉ、Ｖｚｑｉに基づいて電圧飽和変量λが算出されるので、ノイズの影響を受けることなく、電圧飽和が発生するのを確実に防止することができる。

【００９２】

次に、図５のフローチャートについて説明する。

ステップＳ１　位置検出処理を行う。

ステップＳ２　駆動モータ制御処理を行い、処理を終了する。

【００９３】

次に、図６のフローチャートについて説明する。

ステップＳ１－１　駆動モータ回転速度算出処理を行う。

ステップＳ１－２　磁極位置算出処理を行う。

ステップＳ１－３　磁極位置補正処理を行い、リターンする。

【００９４】

次に、図７のフローチャートについて説明する。

ステップＳ２－１　電流指令値算出処理を行う。

ステップＳ２－２　検出電流取得処理を行う。

ステップＳ２－３　三相二相変換処理を行う。

ステップＳ２－４　比例積分演算処理を行う。

ステップＳ２－５　二相三相変換処理を行う。

ステップＳ２－６　出力信号算出処理を行う。

ステップＳ２－７　電圧飽和変量算出処理を行い、リターンする。

【００９５】

次に、電圧飽和変量λを、指令電圧Ｖｏｍの大きさ、又は前記パルス幅変調信号Ｍｕ、Ｍｖ、Ｍｗのオン時間によって表すようにした本発明の第２の実施の形態について説明する。

【００９６】

図１０は本発明の第２の実施の形態における電動駆動制御装置のブロック図、図１１は本発明の第２の実施の形態における電圧飽和回避処理部のブロック図、図１２は本発明の第２の実施の形態における位置検出処理のサブルーチンを示す図、図１３は本発明の第２の実施の形態における電動駆動制御装置の動作を示す図、図１４は本発明の第２の実施の形態における電流指令値マップを示す図、図１５は本発明の第２の実施の形態における電流位相指令値マップを示す図、図１６は本発明の第２の実施の形態における電流指令値を変化させる動作を説明する図である。

【００９７】

本実施の形態においては、駆動モータ制御処理の動作については、第１の実施の形態と同じであるので、駆動モータ制御処理の動作については説明を省略し、位置検出処理の動作についてだけ説明する。

【００９８】

この場合、駆動モータ制御装置４５（図２）の図示されない位置検出処理手段は、位置検出処理を行い、磁極位置検出部としての磁極位置センサ２１から送られたセンサ出力としての磁極位置信号ＳＧθを読み込み、該磁極位置信号ＳＧθに基づいて磁極位置θを検出する。そのために、前記位置検出処理手段の図示されない回転速度算出処理手段は、回転速度算出処理を行い、前記磁極位置信号ＳＧθに発生させられたパルス間の平均速度を電動機械としての駆動モータ３１の電気角速度ωとして算出し、前記位置検出処理手段の図示されない回転速度補正処理手段は、回転速度補正処理を行い、電圧飽和変量λを読み込み、該電圧飽和変量λに基づいて電気角速度ωを補正する。

【００９９】

なお、６２は駆動モータ制御処理手段の電流指令値算出処理手段としてのトルク指令・電流指令変換部であり、該トルク指令・電流指令変換部６２は、前記直流電圧Ｖｄｃ、補正された電気角速度Ω及び駆動モータ目標トルクＴＭ* を読み込み、電気角速度Ωを駆動モータ回転速度ＮＭに変換し、前記電流指令値マップを参照して、前記駆動モータ目標トルクＴＭ* に対応するｄ軸電流指令値ｉｄ* 及びｑ軸電流指令値ｉｑ* を電流指令値として算出する。

【０１００】

ところで、磁極位置センサ２１においては、前記磁極位置信号ＳＧθに発生させられたパルス間の平均速度を駆動モータ３１の電気角速度ωとして算出し、検出するようにしている。この場合、駆動モータ３１が振動する等によって速度変動が大きい場合に、検出される電気角速度ωに誤差ωｅが発生すると、電圧飽和が発生することがある。例えば、電気角速度ωが低いと判断してベクトルＢ１が表される電流指令値を選択したときに、実際の角速度が高い場合には、所定の駆動モータ目標トルクＴＭ* で表される等トルク曲線上においてベクトルＢ２で表される電流指令値を選択しないと、電圧飽和が発生してしまう。なお、Ｌ１は電気電気角速度ωが低いと判断したときの電圧飽和楕円、Ｌ２は実際の電気角速度ωによる電圧飽和楕円である。

【０１０１】

そこで、前記電圧飽和が発生するのを防止するために、パルス幅変調信号Ｍｕ

、Ｍｖ、Ｍｗのオン時間Ｔｕ、Ｔｖ、Ｔｗに基づいて電圧飽和変量λを算出し、前述されたように、該電圧飽和変量λに基づいて電気角速度ωを補正するようにしている。

【０１０２】

この場合、駆動モータ制御装置４５に電圧飽和回避処理部２６及び加算器４９が配設される。前記電圧飽和回避処理部２６は、電圧飽和変量算出処理手段９２としての電圧飽和変量算出部４７、及び回転速度補正量算出処理手段としての回転速度補正量算出部４８を備え、前記電圧飽和変量算出部４７は、電圧飽和変量算出処理を行い、磁極位置θに誤差ｅが生じるのに伴って発生するノイズの影響を受けない変量、本実施の形態においては、前記パルス幅変調信号Ｍｕ、Ｍｖ、Ｍｗのオン時間Ｔｕ、Ｔｖ、Ｔｗを読み込み、該オン時間Ｔｕ、Ｔｖ、Ｔｗに基づいて電圧飽和変量λを算出し、前記回転速度補正量算出部４８は、回転速度補正量算出処理を行い、前記電圧飽和変量λに基づいて比例積分演算を行い、電気電気角速度ωを補正するための電気角速度補正量ｄωを算出する。また、前記加算器４９は、電気角速度ωに電気角速度補正量ｄωを加算することによって電気角速度ωを補正し、補正された電気角速度Ωを算出する。

【０１０３】

そのために、電圧飽和変量算出部４７において、選択処理手段としてのセレクタｇ１は、選択処理を行い、所定のサンプリング周期Ｔでオン時間Ｔｕ、Ｔｖ、Ｔｗを読み込み、オン時間Ｔｕ、Ｔｖ、Ｔｗのうちの最大のオン時間Ｔｍａｘを選択する。また、前記電圧飽和変量算出部４７は、パルス幅変調信号Ｍｕ、Ｍｖ、Ｍｗのフルオン状態のオン時間をＴｆｏｎとしたとき、オン時間Ｔｆｏｎの近傍の値を、目標値を表すオン時間制限値T^*として設定し、減算器ｆ２によって、オン時間Ｔｍａｘとオン時間制限値T^*との偏差ΔＴ

$$\Delta T = T_{max} - T^*$$

を算出する。また、電圧飽和変量算出部４７は、電圧飽和変量λ

$$\lambda = \Delta T$$

を算出する。

【０１０４】

このようにして、電圧飽和変量λが算出されると、磁極位置補正量算出部４４において、前記偏差ΔＴに基づいて、ゲイン乗算器（Ｇｐ）ｈ１によって比例成分Ｇｐ・ΔＴが算出され、リミッタｈ２によって比例成分Ｇｐ・ΔＴが制限され、零以下の値を採ると零にされる。また、積分器ｈ３（１／ｓ）によって偏差ΔＴが積分され、積分値ΣΔＴが算出され、ゲイン乗算器（Ｇｉ）ｈ４によって積分成分Ｇｉ・ΣΔＴが算出され、リミッタｈ５によって積分成分Ｇｉ・ΣΔＴが制限され、零以下の値を採るとクリアされる。

【０１０５】

続いて、加算器ｈ６によって比例成分Ｇｐ・ΔＴと積分成分Ｇｉ・ΣΔＴとが加算され、電気角速度補正量ｄω

$$d\omega = Gp \cdot \Delta T + Gi \cdot \Sigma \Delta T$$

が算出される。

【０１０６】

このようにして、電気角速度補正量ｄωが算出されると、加算器４９は、電気角速度ωに電気角速度補正量ｄωを加算し、電気角速度ωを補正して電気角速度Ωを算出する。なお、前記回転速度補正量算出部４８及び加算器４９によって電気角速度補正処理手段が構成される。また、該電気角速度補正処理手段によって制御変量補正処理手段９３（図１）が構成され、電気角速度補正処理によって制御変量補正処理が構成され、電気角速度ωによって制御変量が構成される。

【０１０７】

このように、電圧飽和変量λが算出され、偏差ΔＴが小さくなり、電圧飽和変量λが大きくなると、電気角速度ωが偏差ΔＴ及び電圧飽和変量λに対応させて補正されるので、磁極位置センサ２１として電気角速度ωの誤差が大きいセンサを使用したり、速度変動が大きい駆動モータ３１を使用したりしても、電圧飽和が発生するのを防止することができる。したがって、電気自動車の走行に伴って運転者に違和感を感じさせたり、電圧飽和が発生して駆動モータ３１の駆動が困難になったりすることがない。

【０１０８】

しかも、オン時間制限値T^*が直流電圧Ｖｄｃに依存しないので、作業を簡素

化することができる。

【０１０９】

なお、本実施の形態においては、オン時間Ｔｕ、Ｔｖ、Ｔｗのうちの最大のオン時間Ｔｍａｘを選択し、オン時間Ｔｍａｘとオン時間制限値T^*との偏差ΔＴを算出するようなっているが、オン時間Ｔｕ、Ｔｖ、Ｔｗのうちの最大のものをＴｍａｘとし、次に大きいものをＴｍｄｌとし、最小のものをＴｍｉｎとしたとき、重み係数を$\rho 1 \sim \rho 3$として、オン時間Ｔｃｕｌ

$$Tcul = \rho 1 \cdot Tmax + \rho 2 \cdot Tmdl + \rho 3 \cdot Tmin$$

を算出し、オン時間Ｔｃｕｌとオン時間制限値T^*との偏差ΔＴを算出することもできる。

【０１１０】

次に、フローチャートについて説明する。

ステップＳ１－１１　駆動モータ回転速度算出処理を行う。

ステップＳ１－１２　駆動モータ回転速度補正処理を行う。

ステップＳ１－１３　磁極位置算出処理を行い、リターンする。

【０１１１】

ところで、前記駆動モータ３１において所定の駆動モータトルクＴＭを発生させるために、駆動モータ制御装置４５のＲＯＭに、図１４に示されるような、ベクトル長さを表す電流指令値マップ、図１５に示されるような電流位相指令値マップが設定される。なお、電流指令値マップ及び電流位相指令値マップに代えてｄ軸電流指令値id^*及びｑ軸電流指令値iq^*の電流指令値マップを備えることもできる。なお、図１４には、直流電圧Ｖｄｃが４２〔Ｖ〕である場合の電流指令値マップが示され、該電流指令値マップに、駆動モータ目標トルクTM^*及び駆動モータ回転速度ＮＭに対応させて電流指令値が記録され、前記電流位相指令値マップに、駆動モータ目標トルクTM^*及び駆動モータ回転速度ＮＭに対応させて電流位相指令値が記録される。

【０１１２】

例えば、直流電圧Ｖｄｃが４２〔Ｖ〕であり、駆動モータ回転速度ＮＭが４０００〔ｒｐｍ〕であり、駆動モータ目標トルクTM^*が５０〔Ｎｍ〕である場合

、ベクトル長さを表す電流指令値は３３８〔Ａ〕、電流位相指令値は５１〔°〕になる。電流指令値マップ及び電流位相指令値マップには、電圧制限楕円内において駆動モータ目標トルクＴＭ* が５０〔Ｎｍ〕の等トルク曲線上にあり、かつ、電流指令値が最小になるものが記録される。このように、電流指令値を最小とすることによって、駆動モータ３１を効率よく駆動することができる。

【０１１３】

また、中間の駆動モータ回転速度ＮＭ及び駆動モータ目標トルクＴＭ* に対応する電流指令値及び電流位相指令値は、線形補間によって算出される。そして、所定の直流電圧Ｖｄｃ及び所定の駆動モータ回転速度ＮＭにおいては、駆動モータトルクＴＭに限界があるので、限界の駆動モータトルクＴＭ、すなわち、限界トルクより大きい駆動モータ目標トルクＴＭ* が発生させられたときのために、出力可能な駆動モータトルクＴＭに対応する電流指令値及び電流位相指令値が前記電流指令値マップ及び電流位相指令値マップに記録される。したがって、例えば、直流電圧Ｖｄｃが４２〔Ｖ〕であり、駆動モータ回転速度ＮＭが６０００〔ｒｐｍ〕であり、駆動モータ目標トルクＴＭ* が９０〔Ｎｍ〕である場合、電流指令値算出処理において、出力可能な駆動モータトルクＴＭに対応する電流指令値及び電流位相指令値として５１０〔Ａ〕及び７５〔°〕が設定される。したがって、実際に出力される駆動モータトルクＴＭは５０〔Ｎｍ〕になる。

【０１１４】

また、通常、駆動モータ回転速度ＮＭの最大値ＮＭｍａｘを１００００〔ｒｐｍ〕とした場合、最大値ＮＭｍａｘを超える駆動モータ回転速度ＮＭ、例えば、１１０００〔ｒｐｍ〕である場合には、電圧制限楕円の中心に位置する電流指令値及び電流位相指令値が前記電流指令値マップ及び電流位相指令値マップに記録される。したがって、例えば、直流電圧Ｖｄｃが４２〔Ｖ〕であり、駆動モータ回転速度ＮＭが１１０００〔ｒｐｍ〕である場合、電流指令値及び電流位相指令値として３００〔Ａ〕及び９０〔°〕が設定される。

【０１１５】

このような電流指令値マップ及び電流位相指令値マップが設定されるので、直流電圧Ｖｄｃが４２〔Ｖ〕であり、駆動モータ回転速度ＮＭが４０００〔ｒｐｍ

〕であり、駆動モータ目標トルクＴＭ* が５０〔Ｎｍ〕である場合に、前記回転速度補正処理において電気角速度ωを補正すると、電流指令値を表すベクトルＢは、まず、５０〔Ｎｍ〕の等トルク曲線ＬＴＭ１に沿って矢印Ａ方向に移動し、それでも電圧飽和変量λが高く、電圧飽和が発生する可能性が高いと、点ｐ１（電流指令値及び電流位相指令値として５１０〔Ａ〕及び７５〔°〕が設定される。）から駆動モータ３１の最大出力ラインＬｍａｘに沿って駆動モータ回転速度ＮＭを高くしながら矢印Ｂ方向に移動し、例えば、３０〔Ｎｍ〕の等トルク曲線ＬＴＭ２上の点ｐ２（電流指令値及び電流位相指令値として３６０〔Ａ〕及び７５〔°〕が設定される。）に移動する。

【０１１６】

ところで、前記点ｐ２にいても電圧飽和変量λが高く、電圧飽和が発生する可能性が高いと、ベクトルＢは、更に矢印Ｃ方向に移動する。この場合、点ｐ２における駆動モータ回転速度ＮＭは１００００〔ｒｐｍ〕であるので、電流指令値及び電流位相指令値として電圧制限楕円の中心Ｏの３００〔Ａ〕及び９０〔°〕が設定される。

【０１１７】

このように、電流指令値マップ及び電流位相指令値マップを使用することによって、駆動モータトルクＴＭの変動をできる限り少なくして自動弱め界磁制御を行うことができる。

【０１１８】

前記第１の実施の形態においては、電圧飽和変量λに基づいて磁極位置θを補正するようになっているが、電圧飽和変量λに基づいて電気角速度ωを補正することもできる。また、第２の実施の形態においては、電圧飽和変量λに基づいて電気角速度ωを補正するようになっているが、電圧飽和変量λに基づいて磁極位置θを補正することもできる。

【０１１９】

なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々変形させることが可能であり、それらを本発明の範囲から排除するものではない。

【０１２０】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、電動駆動制御装置においては、電動機械と、電動機械トルクの目標値を表す電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出する指令値算出処理手段と、前記指令値に基づいて出力信号を算出する出力信号算出処理手段と、前記出力信号に基づいて電流を発生させ、該電流を電動機械に供給する電流発生装置と、前記電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記指令値に基づいて算出する電圧飽和変量算出処理手段と、前記電圧飽和変量に対応させて制御変量を補正する制御変量補正処理手段とを有する。

【０１２１】

そして、前記制御変量は電動機械の磁極位置である。

【０１２２】

この場合、電動機械の駆動に伴って電圧飽和変量が算出され、電圧飽和変量に対応させて磁極位置が補正されるので、電圧飽和が発生するのを防止することができる。したがって、電動車両の走行に伴って運転者に違和感を感じさせたり、電圧飽和が発生して電動機械の駆動が困難になったりすることがない。

【図面の簡単な説明】

【図１】

本発明の第１の実施の形態における電動駆動制御装置の機能ブロック図である。

【図２】

本発明の第１の実施の形態における電動駆動制御装置の概略図である。

【図３】

本発明の第１の実施の形態における電動駆動制御装置のブロック図である。

【図４】

本発明の第１の実施の形態における電圧飽和回避処理部のブロック図である。

【図５】

本発明の第１の実施の形態における電動駆動制御装置の動作を示すメインフローチャートである。

【図６】

本発明の第１の実施の形態における位置検出処理のサブルーチンを示す図である。

【図７】

本発明の第１の実施の形態における駆動モータ制御処理手段のサブルーチンを示す図である。

【図８】

本発明の第１の実施の形態における電圧制限楕円を示す図である。

【図９】

本発明の第１の実施の形態における電動駆動制御装置の動作を示す図である。

【図１０】

本発明の第２の実施の形態における電動駆動制御装置のブロック図である。

【図１１】

本発明の第２の実施の形態における電圧飽和回避処理部のブロック図である。

【図１２】

本発明の第２の実施の形態における位置検出処理のサブルーチンを示す図である。

【図１３】

本発明の第２の実施の形態における電動駆動制御装置の動作を示す図である。

【図１４】

本発明の第２の実施の形態における電流指令値マップを示す図である。

【図１５】

本発明の第２の実施の形態における電流位相指令値マップを示す図である。

【図１６】

本発明の第２の実施の形態における電流指令値を変化させる動作を説明する図である。

【符号の説明】

３１　　駆動モータ

４０　　インバータ

４５　　駆動モータ制御装置

６８　　ＰＷＭ発生器

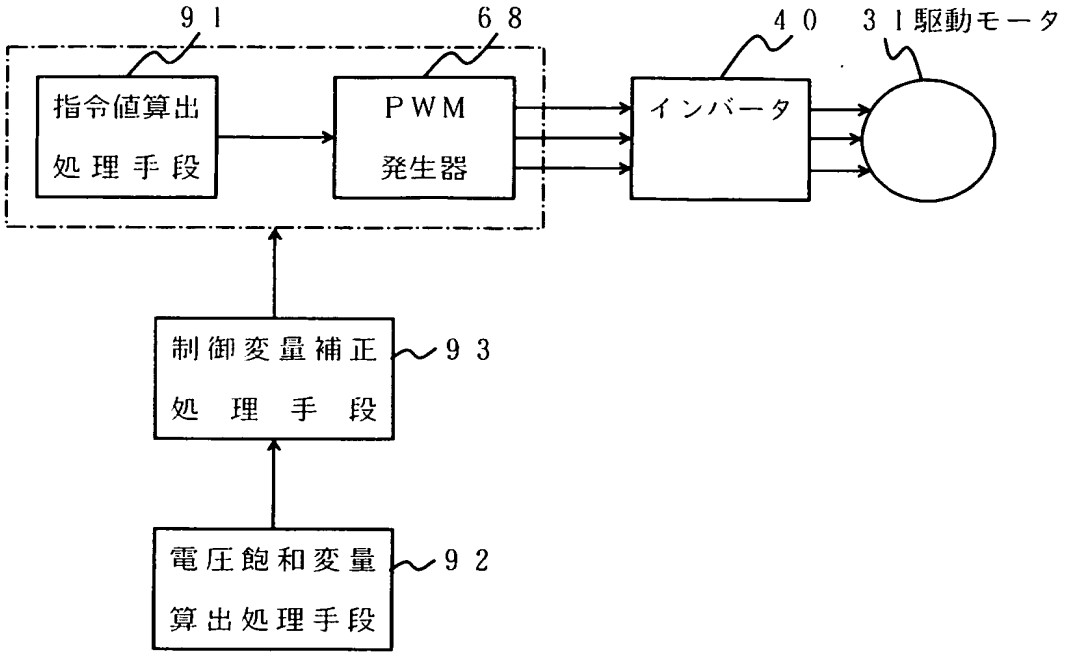
９１　　指令値算出処理手段

９２　　電圧飽和変量算出処理手段

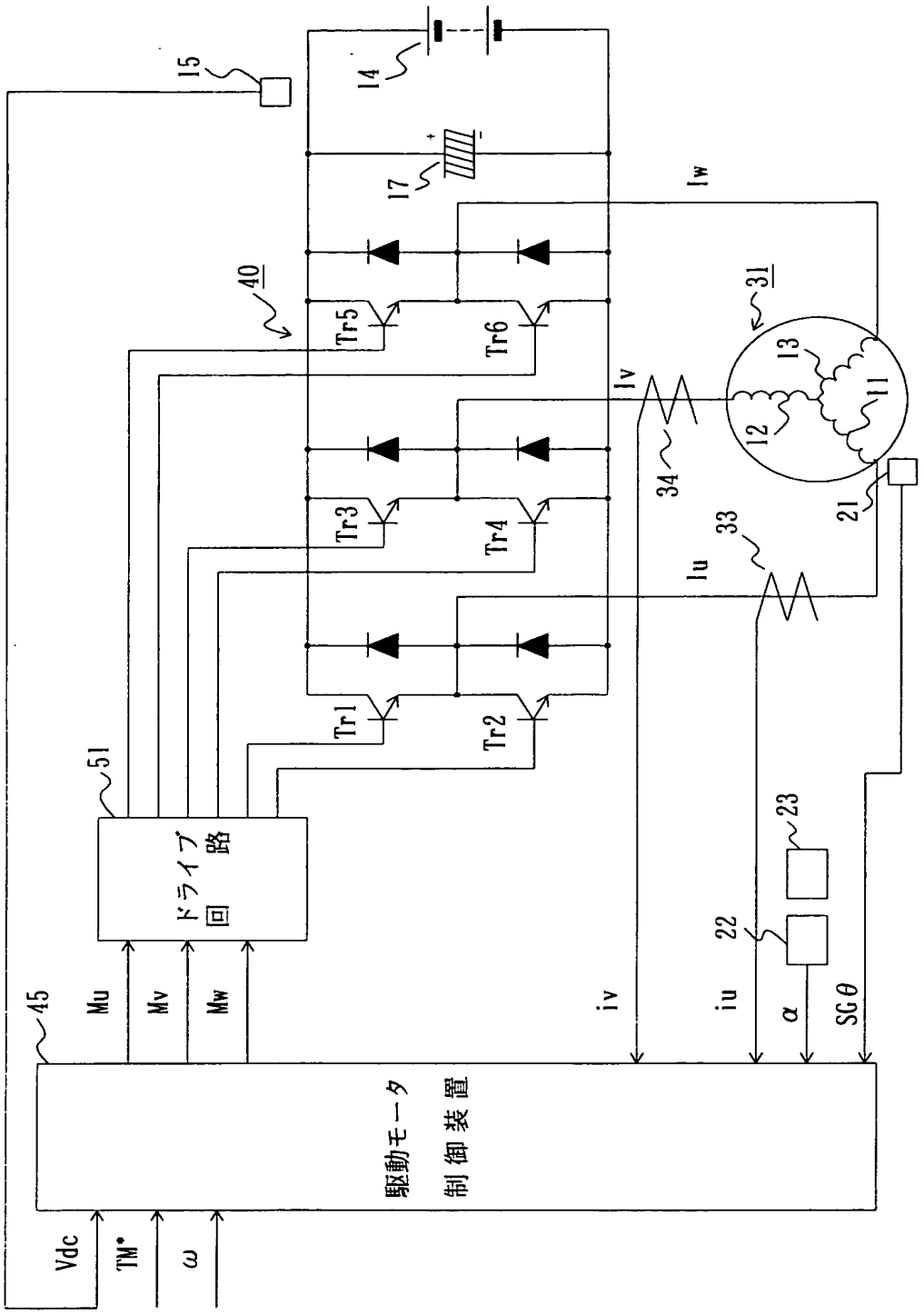
９３　　制御変量補正処理手段

【書類名】　図面

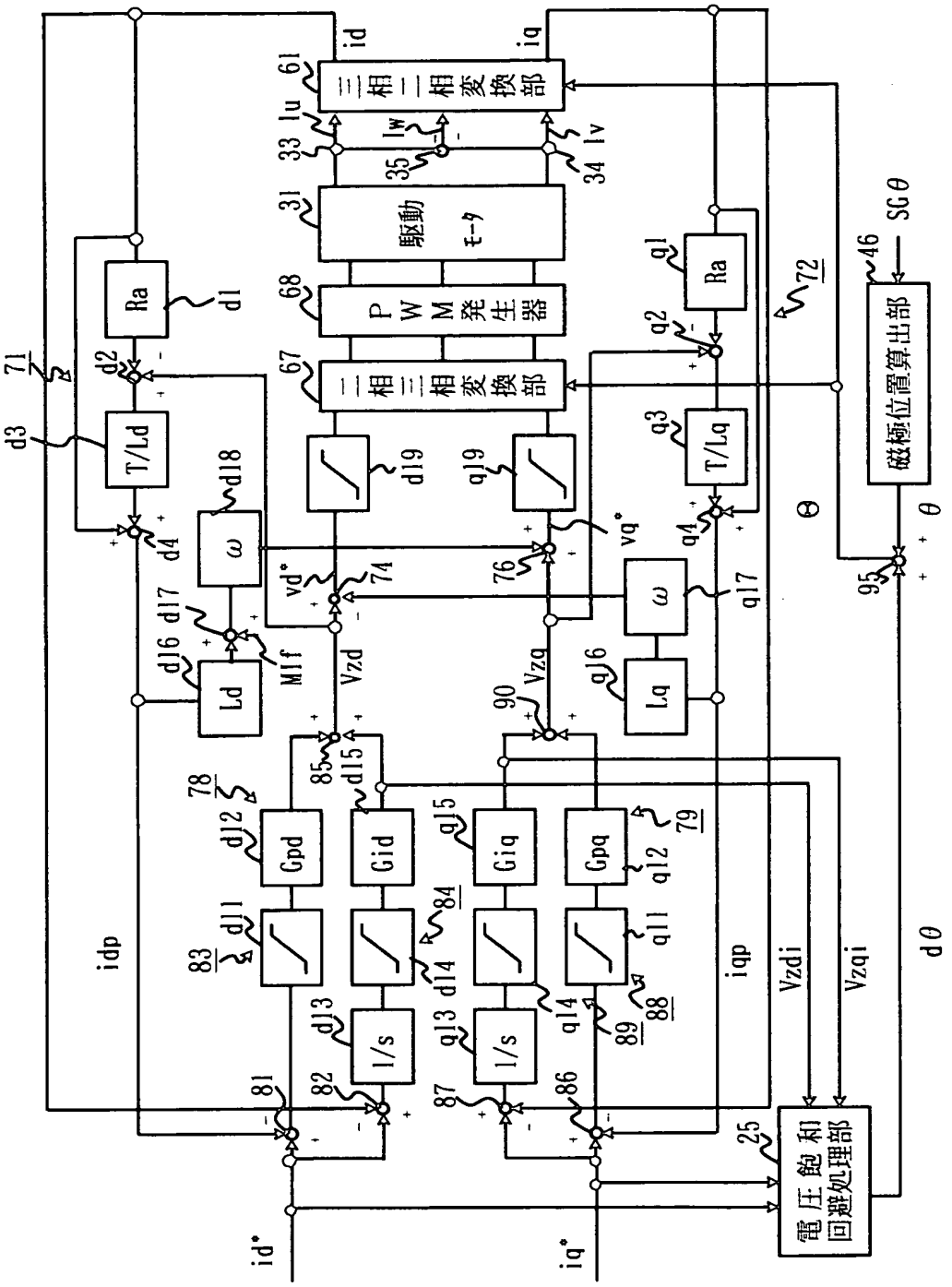
【図１】


９１
６８
４０
３１駆動モータ
指令値算出
処理手段
ＰＷＭ
発生器
インバータ
制御変量補正
処理手段
９３
電圧飽和変量
算出処理手段
９２

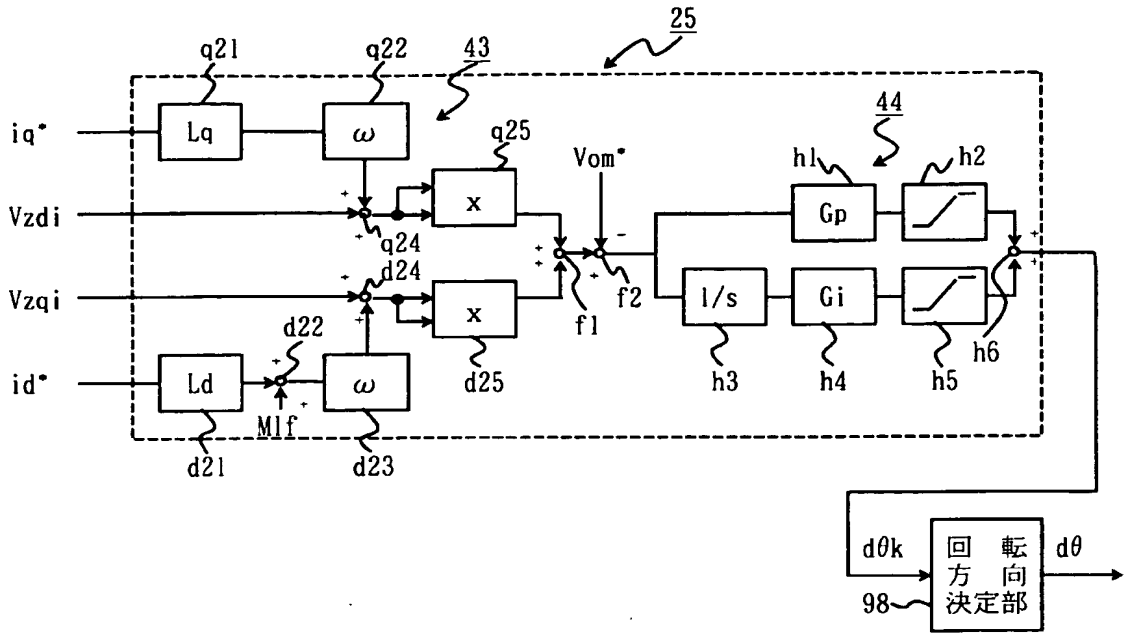
【図２】


15
14
17
Iw
40
Tr5
Tr6
31
13
11
12
Iv
34
21
33
Iu
Tr3
Tr4
Tr1
Tr2
51
ドライブ回路
23
22
45
Mu
Mv
Mw
iv
iu
α
SGθ
駆動モータ制御装置
Vdc
TM*
ω

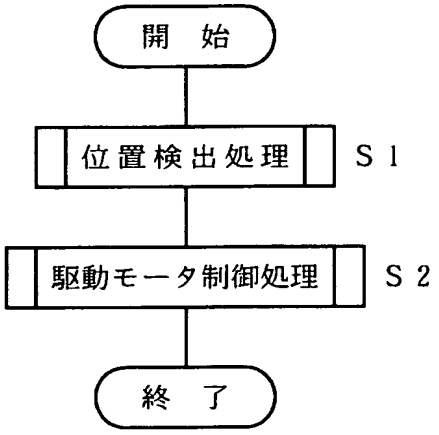
【図３】


三相二相変換部
駆動モータ
PWM発生器
二相三相変換部
磁極位置算出部
電圧飽和回避処理部
Ra
T/Ld
T/Lq
Ld
Lq
Gpd
Gid
Giq
Gpq
1/s
ω
id
iq
idp
iqp
Vzdi
Vzqi
dθ
θ
SGθ
id*
iq*
vd*
vq*
Vzd
Vzq
Mlf

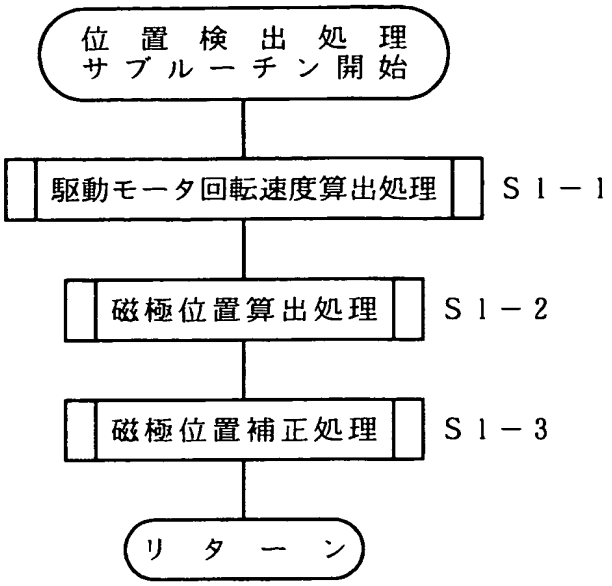
【図４】


25
q21
q22
43
44
iq*
Lq
ω
q25
Vom*
h1
h2
Vzdi
x
q24
Gp
d24
Vzqi
x
f1
f2
1/s
Gi
d22
h6
id*
Ld
ω
Mlf
d25
h3
h4
h5
d21
d23
dθk
回　転
方　向
決定部
dθ
98

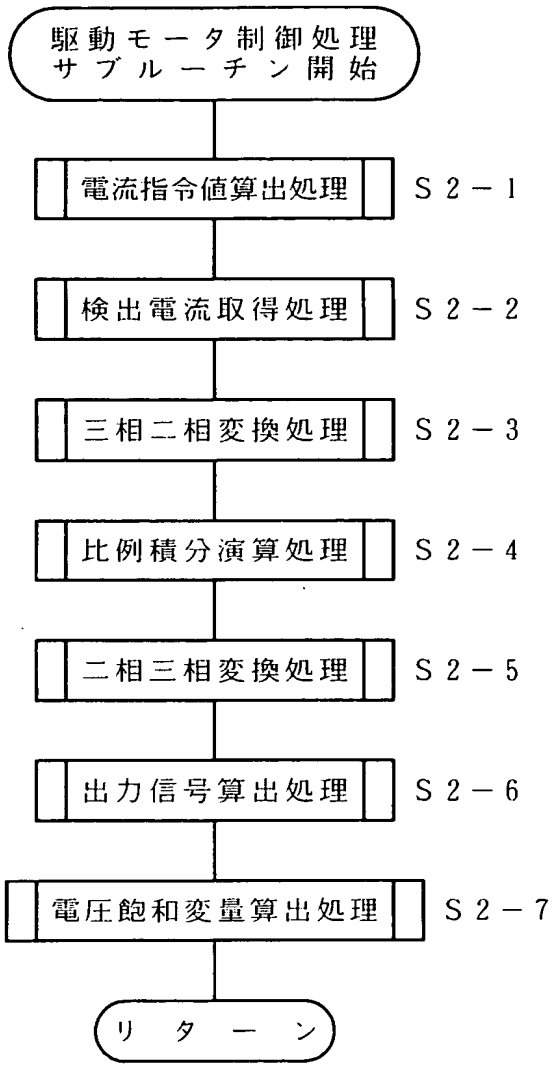
【図５】


開　始
位置検出処理
S 1
駆動モータ制御処理
S 2
終　了

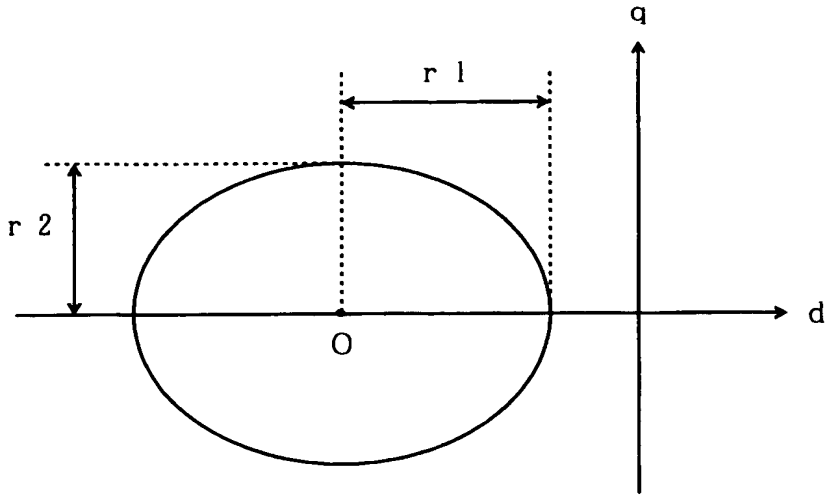
【図６】


位置検出処理
サブルーチン開始
駆動モータ回転速度算出処理
S１－１
磁極位置算出処理
S１－２
磁極位置補正処理
S１－３
リターン

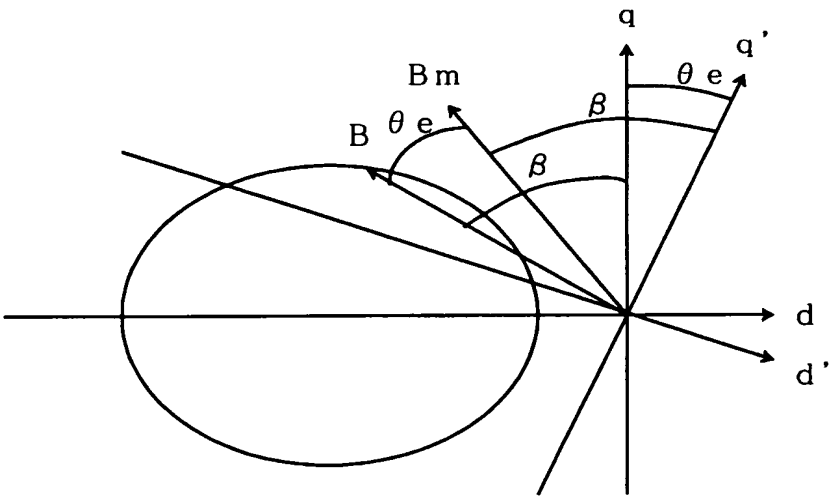
【図７】


駆動モータ制御処理
サブルーチン開始
電流指令値算出処理
S２－１
検出電流取得処理
S２－２
三相二相変換処理
S２－３
比例積分演算処理
S２－４
二相三相変換処理
S２－５
出力信号算出処理
S２－６
電圧飽和変量算出処理
S２－７
リ　タ　ー　ン

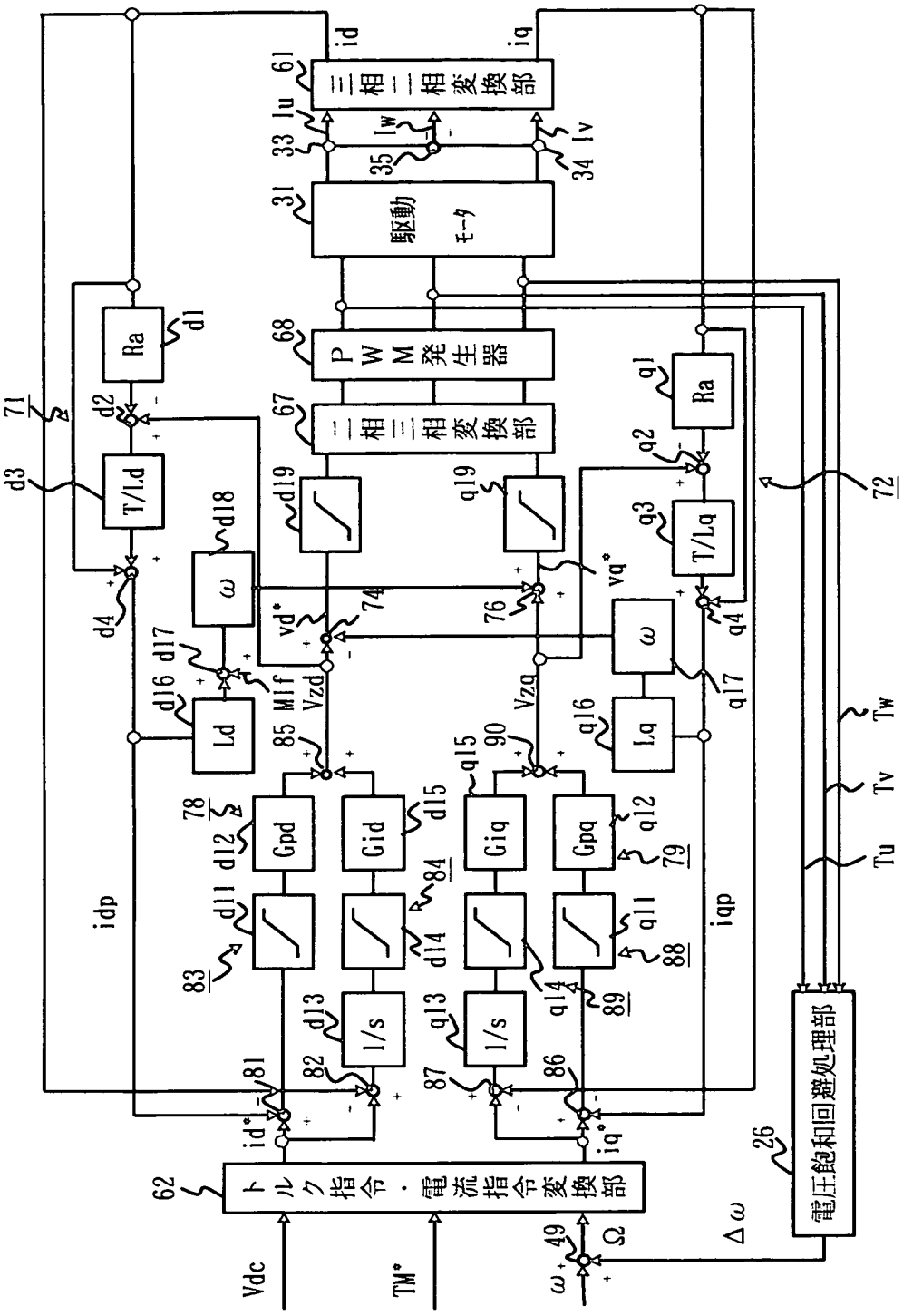
【図８】



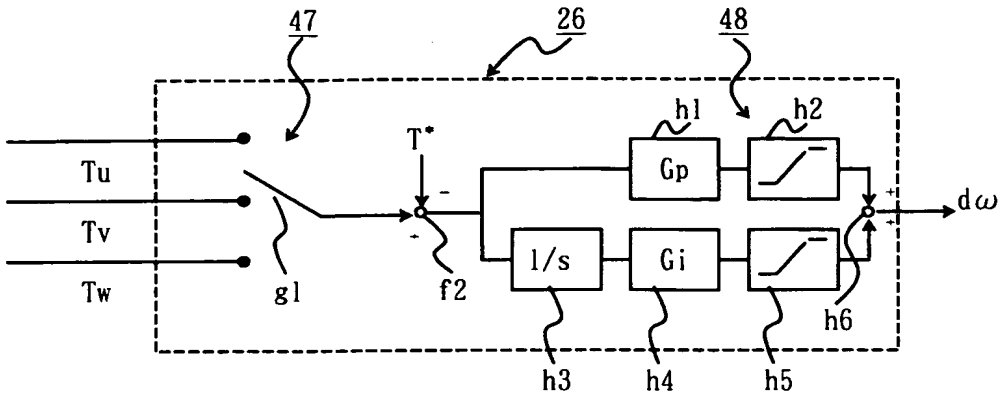
【図９】



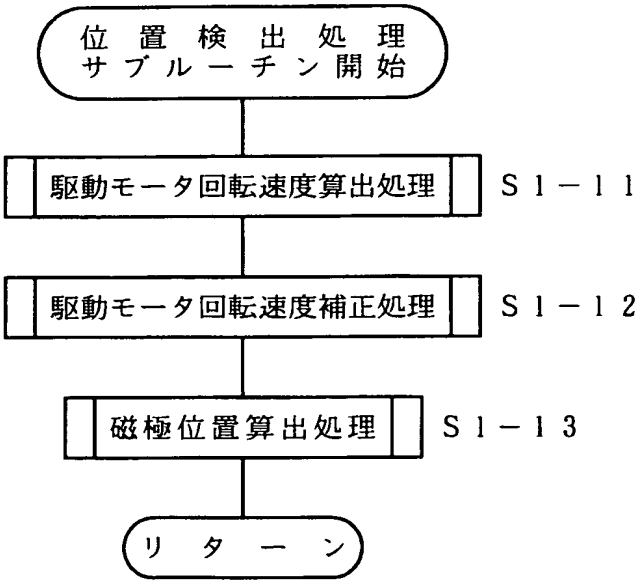
【図１０】


三相二相変換部
駆動モータ
PWM発生器
二相三相変換部
Ra
T/Ld
T/Lq
Ld
Lq
ω
Gpd
Gid
Giq
Gpq
1/s
トルク指令・電流指令変換部
電圧飽和回避処理部
Vdc
TM*
Ω
Δω
idp
iqp
Tu
Tv
Tw

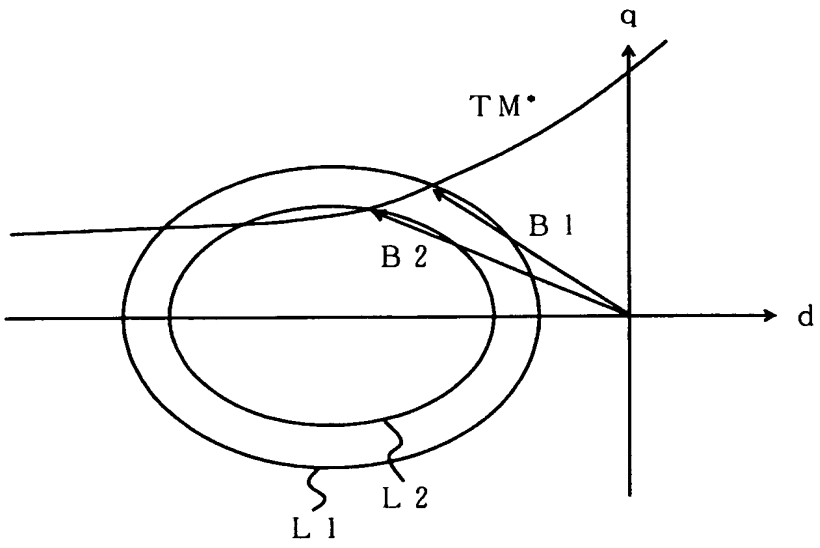
【図１１】


47
26
48
h1
h2
T*
Tu
Tv
Tw
Gp
dω
g1
f2
1/s
Gi
h6
h3
h4
h5

【図１２】


位置検出処理
サブルーチン開始
駆動モータ回転速度算出処理
S１－１１
駆動モータ回転速度補正処理
S１－１２
磁極位置算出処理
S１－１３
リターン

【図１３】



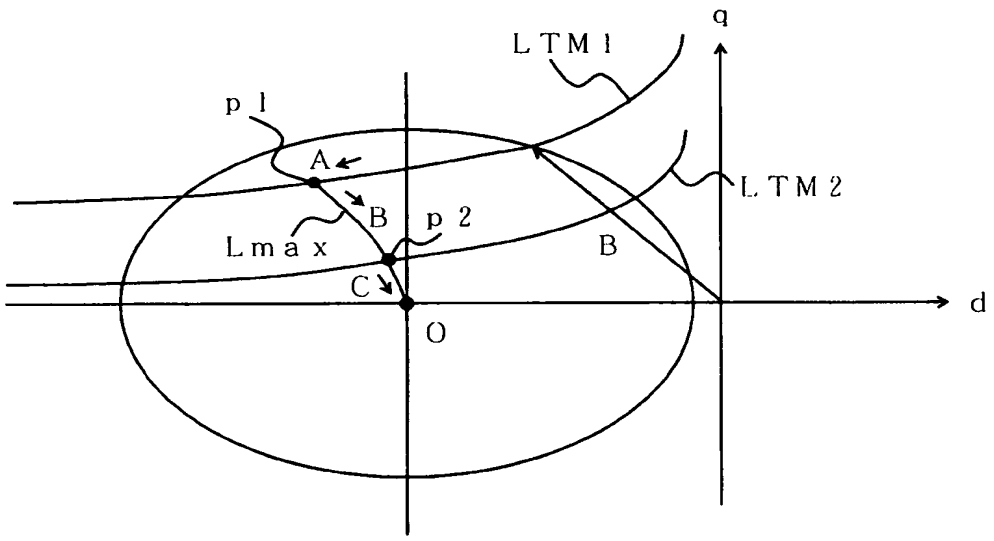
【図１４】

Vdc＝42		駆動モータ目標トルクTM* [Nm]										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
駆動モータ目標回転速度NM* [rpm]	0	0	70	130	190	250	300	360	420	480	540	620
	1000	0	70	130	190	250	300	360	420	480	540	620
	2000	0	70	130	190	250	300	366	420	480	536	536
	3000	0	70	130	190	250	308	377	417	417	417	417
	4000	66	60	123	191	258	338	382	382	382	382	382
	5000	92	108	155	210	293	401	401	401	401	401	401
	6000	130	150	199	251	347	510	510	510	510	510	510
	7000	167	170	219	270	409	409	409	409	409	409	409
	8000	199	199	245	301	356	356	356	356	356	356	356
	9000	224	221	272	322	322	322	322	322	322	322	322
	10000	250	227	298	360	360	360	360	360	360	360	360
	11000	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

【図１５】

Vdc＝42		駆動モータ目標トルクTM* [Nm]										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
駆動モータ目標回転速度NM* [rpm]	0	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	1000	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	2000	30	30	30	30	30	30	30	30	30	45	45
	3000	30	30	30	30	30	34	41	44	44	44	44
	4000	76	31	29	38	43	51	54	54	54	54	54
	5000	80	69	57	53	57	65	65	65	65	65	65
	6000	82	78	68	63	67	75	75	75	75	75	75
	7000	83	80	72	67	74	74	74	74	74	74	74
	8000	84	82	75	70	72	72	72	72	72	72	72
	9000	84	84	77	72	72	72	72	72	72	72	72
	10000	85	84	78	75	75	75	75	75	75	75	75
	11000	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

【図１６】



【書類名】　　要約書

【要約】

【課題】電圧飽和が発生するのを防止することができ、走行に伴って運転者に違和感を感じさせることがないようにする。

【解決手段】電動機械と、電動機械目標トルク及び電動機械回転速度に基づいて指令値を算出する指令値算出処理手段９１と、前記指令値に基づいて出力信号を算出する出力信号算出処理手段と、前記出力信号に基づいて電流を発生させ、電流を電動機械に供給する電流発生装置と、前記電動機械の駆動に伴って電圧飽和が発生する度合いに対応して変化する電圧飽和変量を前記指令値に基づいて算出する電圧飽和変量算出処理手段９２と、前記電圧飽和変量に対応させて磁極位置を補正する制御変量補正処理手段９３とを有する。電動機械の駆動に伴って電圧飽和変量が算出され、電圧飽和変量に対応させて磁極位置が補正されるので、電圧飽和が発生するのを防止することができる。

【選択図】　　図１

特願２００２－３７８５０６

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　［０００１００７６８］

１．変更年月日　　１９９０年　８月１０日
［変更理由］　　新規登録
住　所　　愛知県安城市藤井町高根１０番地
氏　名　　アイシン・エィ・ダブリュ株式会社